

(11)Publication number : 09-248688
(43)Date of publication of application : 22.09.1997

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP
(72)Inventor : TAKAHASHI YOSHIFUMI
IMAI YOSHIHITO

The diagram shows a control system for a vehicle with a four-wheel steering system. On the left, a vertical bar represents the vehicle chassis, with four rectangular blocks labeled 2, 3, 4, and 5 representing the front and rear left and right wheels. On the right, a large vertical rectangle labeled 11 represents the control unit. A horizontal line labeled 10 connects the wheels to the control unit. Along this line, there are three square blocks labeled 14, 13, and 12. Block 14 is connected to wheel 2, block 13 to wheel 3, and block 12 to wheel 4. Block 15 is connected to wheel 5 and the control unit 11. Block 16 is connected to the control unit 11. Block 17 is connected to the control unit 11 and block 13. Block 18 is connected to the control unit 11.

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-248688

(43) 公開日 平成9年(1997)9月22日

(51) Int.Cl.⁸

B 2 3 K 26/08
26/00
26/04

識別記号

庁内整理番号

F I

B 2 3 K 26/08
26/00
26/04

技術表示箇所

B
M
C

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号

特願平8-61043

(22) 出願日

平成8年(1996)3月18日

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 高橋 伸史

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(72) 発明者 今井 祥人

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

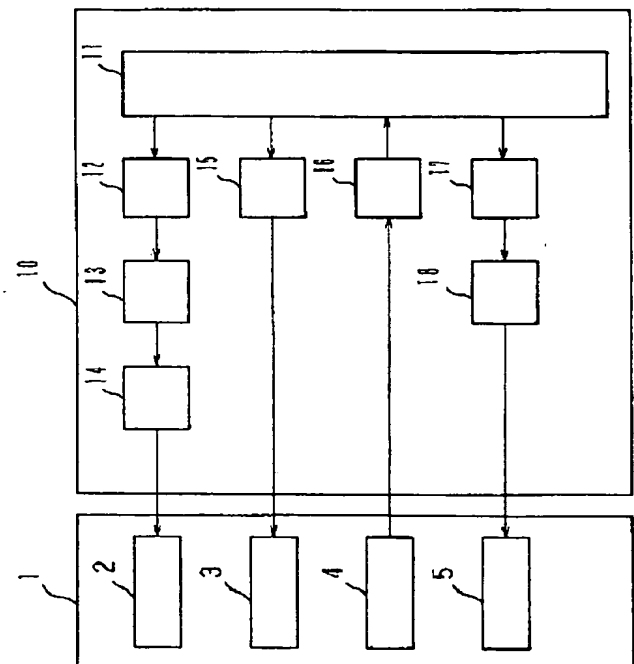
(74) 代理人 弁理士 宮田 金雄 (外3名)

(54) 【発明の名称】 レーザ加工装置

(57) 【要約】

【課題】 従来のレーザ加工装置は、レーザ光走査系によるレーザ光の位置決め誤差を補正することは可能であるが、X Yテーブル上に設置される被加工物の取り付け誤差によって発生するレーザ光の位置決め誤差を補正する機能がない。そのため、従来のレーザ加工装置は、被加工物をX Yテーブル上に正確に位置合わせして取り付ける必要があり、被加工物を高精度に固定できる治具を用いなければならずコスト高となる。

【解決手段】 レーザ光走査系の位置指令を、被加工物の位置誤差を補正する第一の被加工物補正部で補正し、さらにレーザ光走査系の位置誤差を補正するレーザ光走査補正部で補正され、誤差の少ない位置指令を生成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 レーザ光を用いて被加工物を加工するレーザ加工装置において、レーザ光を前記被加工物に照射するレーザ発振部と、前記レーザ発振部で照射されるレーザ光の軌道を変化させてレーザ光の照射位置を走査するレーザ光走査部と、前記レーザ光走査部の位置指令を生成するレーザ光位置指令部と、前記位置指令を入力し、被加工物の位置誤差を補正する第1の補正位置指令を出力する第1の被加工物補正部と、前記第1の補正位置指令を入力し、レーザ光走査部の位置誤差を補正する第2の補正位置指令を出力するレーザ光走査補正部と、前記第2の補正位置指令を前記レーザ光走査部に入力してレーザ光の照射位置を走査することを特徴とするレーザ加工装置。

【請求項2】 レーザ発振部から照射されるレーザ光の被加工物への照射位置を被加工物の位置を変化させて制御する被加工物位置制御部と、前記被加工物位置制御部の位置指令を生成する被加工物位置指令部と、前記被加工物位置指令部からの位置指令を入力し、前記被加工物の位置誤差を補正する第3の補正位置指令を出力する第2の被加工物補正部と、前記第3の補正位置指令を前記被加工物位置制御部に入力して被加工物への照射位置を制御することを特徴とする請求項1記載のレーザ加工装置。

【請求項3】 被加工物の特徴位置を計測して出力する特徴位置計測部を備え、前記特徴位置計測部の出力を前記第1の被加工物補正部に入力して前記第1の補正位置指令を出力することを特徴とする請求項1記載のレーザ加工装置。

【請求項4】 被加工物の特徴位置を計測して出力する特徴位置計測部を備え、前記特徴位置計測部の出力を前記第2の被加工物補正部に入力して前記第3の補正位置指令を出力することを特徴とする請求項2記載のレーザ加工装置。

【請求項5】 レーザ光を用いて被加工物を加工するレーザ加工装置において、レーザ光を前記被加工物に照射するレーザ発振部と、前記被加工物の特徴位置を計測して出力する特徴位置計測部と、前記被加工物に前記レーザ発振部からレーザ光を照射して作成したレーザ加工痕の位置情報を用いて前記計測情報の誤差を補正する計測誤差補正部を備えたことを特徴とするレーザ加工装置。

【請求項6】 レーザ発振部で照射されるレーザ光の軌道を変化させてレーザ光の照射位置を走査するレーザ光走査部と、前記レーザ光走査部の位置指令を生成するレーザ光位置指令部を備え、前記レーザ加工痕は前記レーザ光走査部を走査領域の中心点付近で位置決めして作成したものをを用いることを特徴とする請求項5記載のレーザ加工装置。

【請求項7】 レーザ光走査部の走査が静止したことを判断するレーザ光走査静止判断部を備え、前記レーザ光

走査静止判断部の出力に基づいて前記レーザ発振部にレーザ発振指令を制御することを特徴とする請求項6記載のレーザ加工装置。

【請求項8】 レーザ光走査静止判断部は、前記レーザ光走査部の移動距離情報と、前記レーザ光走査部の移動距離と静止時間との関係を示したデータと、前記静止時間を計測するタイマを用いて判断結果を出力することを特徴とする請求項7記載のレーザ加工装置。

【請求項9】 レーザ発振部がレーザ光を照射し終わったことを判断するレーザ光発振終了判断部を備え、前記レーザ光発振終了判断部の出力に基づいて前記レーザ光位置指令部の位置指令を制御することを特徴とする請求項1記載のレーザ加工装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は高速高精度にレーザ穴あけ加工、レーザ切断加工、マーキング等を行うレーザ加工装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 プリント配線板のような薄板の穴あけ、切断加工を行うレーザ加工機では、高速高精度にレーザ光を走査し加工を行う必要がある。高速高精度にレーザ光を走査するためにはガルバノメータビームスキャナを用いてレーザ光を走査する方法が一般的である。このようなレーザ加工装置は、ビームスキャナによりレーザ光を走査する高速なレーザ光走査系と、被加工物の設置台を移動させるXYテーブル制御系の2つ位置制御系を併用する場合が多い。レーザ光走査制御系は、ミラーを用いてレーザ光を走査するので高速にレーザ光を走査できるが、ビームスキャナやレーザ光を集光、光路修正に用いるレンズ特性のため非線形なビーム位置決め誤差が発生する。また、ビームスキャナやレンズの取り付け誤差でもレーザ光の位置決め誤差が発生する。また、被加工物は前記テーブル制御系上に設置され、レーザ加工されるので、前記のレーザ光の位置決め誤差以外に被加工物の取り付け誤差により、加工誤差を発生する。従来、このようなレーザ加工装置では、校正用被加工物にレーザ加工を行い、テレビカメラ等を用いた外部計測系により前記レーザ加工位置を計測し、レーザ光の位置決め誤差を補正する特開平3-35892号公報に記載されたレーザ加工装置のようなものがある。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 従来のレーザ加工装置は、レーザ光走査系によるレーザ光の位置決め誤差を補正することは可能であるが、XYテーブル上に設置される被加工物の取り付け誤差によって発生するレーザ光の位置決め誤差を補正する機能がない。そのため、従来のレーザ加工装置は、被加工物をXYテーブル上に正確に位置合わせして取り付ける必要があり、被加工物を高精度に固定できる治具を用いなければならずコスト高とな

る。また、前記のような治具を用いても、治具の熱変形や被加工物の変形により、取り付け誤差が発生し、高精度なレーザ加工ができないという問題点があった。

【0004】本発明は、上述のような課題を解決するためになされたもので、複雑な操作を必要とせず、高精度なレーザ加工ができるレーザ加工装置を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明に係るレーザ加工装置においては、レーザ光を前記被加工物に照射するレーザ発振部と、前記レーザ発振部で照射されるレーザ光の軌道を変化させてレーザ光の照射位置を走査するレーザ光走査部と、前記レーザ光走査部の位置指令を生成するレーザ光位置指令部と、前記位置指令を入力し、被加工物の位置誤差を補正する第1の補正位置指令を出力する第1の被加工物補正部と、前記第1の補正位置指令を入力し、レーザ光走査部の位置誤差を補正する第2の補正位置指令を出力するレーザ光走査補正部と、前記第2の補正位置指令を前記レーザ光走査部に入力してレーザ光の照射位置を走査するものである。

【0006】また、レーザ発振部から照射されるレーザ光の被加工物への照射位置を被加工物の位置を変化させて制御する被加工物位置制御部と、前記被加工物位置制御部の位置指令を生成する被加工物位置指令部と、前記被加工物位置指令部からの位置指令を入力し、前記被加工物の位置誤差を補正する第3の補正位置指令を出力する第2の被加工物補正部と、前記第3の補正位置指令を前記被加工物位置制御部に入力して被加工物への照射位置を制御するものである。

【0007】また、被加工物の特徴位置を計測して出力する特徴位置計測部を備え、前記特徴位置計測部の出力を前記第1の被加工物補正部に入力して前記第1の補正位置指令を出力するものである。

【0008】また、被加工物の特徴位置を計測して出力する特徴位置計測部を備え、前記特徴位置計測部の出力を前記第2の被加工物補正部に入力して前記第3の補正位置指令を出力するものである。

【0009】また、レーザ光を用いて被加工物を加工するレーザ加工装置において、レーザ光を前記被加工物に照射するレーザ発振部と、前記被加工物の特徴位置を計測して出力する特徴位置計測部と、前記被加工物に前記レーザ発振部からレーザ光を照射して作成したレーザ加工痕の位置情報を用いて前記計測情報の誤差を補正する計測誤差補正部を備えたものである。

【0010】また、レーザ発振部で照射されるレーザ光の軌道を変化させてレーザ光の照射位置を走査するレーザ光走査部と、前記レーザ光走査部の位置指令を生成するレーザ光位置指令部を備え、前記レーザ加工痕は前記レーザ光走査部を走査領域の中心点付近で位置決めをして作成したものをを用いるものである。この発明に係るレ

ーザ加工装置は、レーザ光走査部の走査が静止したことを判断するレーザ光走査静止判断部を備え、前記レーザ光走査静止判断部の出力に基づいて前記レーザ発振部にレーザ発振指令を制御するものである。

【0011】また、レーザ光走査静止判断部は、前記レーザ光走査部の移動距離情報と、前記レーザ光走査部の移動距離と静止時間との関係を示したデータと、前記静止時間を計測するタイマを用いて判断結果を出力するものである。

【0012】また、レーザ発振部がレーザ光を照射し終わったことを判断するレーザ光発振終了判断部を備え、前記レーザ光発振終了判断部の出力に基づいて前記レーザ光位置指令部の位置指令を制御するものである。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明をその発明の実施の形態を示す図面に基いて具体的に説明する。

実施の形態1. 図1は本発明の実施の形態1に係るレーザ加工装置を示すブロック図である。図において、1は本レーザ加工装置のレーザ機械制御部、2はガルバノビームスキャナ（以下、スキャナと略す）やミラー、レンズ等から構成されるレーザ光を走査するレーザ光走査部、3はレーザ発振器部、4はテレビカメラ等を用いて被加工物の特徴点の位置を計測する特徴位置計測部、5は被加工物を設置し位置決め制御するXYテーブル等からなる被加工物位置制御部、10は本レーザ加工装置を統括して制御するシステム制御部、11はプログラムを解読してプログラムに従って処理を行い指令値を出力するメイン制御部、12はメイン制御部11からレーザ光走査部2の位置指令を入力記憶し、処理周期に応じて位置指令を出力するレーザ光位置指令部、13は前記レーザ光位置指令部から前記位置指令を入力し、被加工物の取り付け誤差を補正する第1の補正位置指令を出力する第1の被加工物補正部、14は前記第1の補正位置指令を入力し、レーザ光走査部の取り付け誤差や光学特性による非線形特性を補正する第2の補正位置指令を出力するレーザ光走査補正部である。前記第2の補正位置指令はレーザ走査部2に入力される。15はメイン処理部からのレーザ発振部3の制御指令を入力記憶し、レーザ発振部3にレーザ発振のトリガ信号を出力するレーザ発振指令部である。16は特徴位置計測部4から計測データを入力し処理する計測処理部である。前記計測情報はメイン処理部11に出力される。17は被加工物位置指令部であり、メイン制御部11から被加工物位置制御部5の位置指令を入力記憶し、処理周期に応じて位置指令を出力する。18は前記位置指令を入力し前記被加工物の取り付け誤差を補正する第3の補正位置指令を出力する第2の被加工物補正部である。前記第3の補正位置指令は、被加工物位置補正部5に入力される。上記システム制御部10は、1つあるいは複数のCPU（中央処理装置）、メモリ、入出力インターフェイス等で構成される

コンピュータシステムから成る。

【0014】図2は本発明の実施の形態1に係るレーザ機械制御部を示す図である。図において、20はXYテーブル、21はXYテーブル20のX軸を駆動するモータ、22はX軸のテーブルの位置を計測するエンコーダ、23はY軸テーブルを駆動するモータ、24はY軸のテーブル位置を計測するエンコーダ、25は被加工物、26は被加工物25を設置するXYテーブル面、27はレーザ加工痕、28は被加工物25の位置合わせに用いる基準点である。前記基準点28は通常、被加工物25を作成するときに被加工物25上に取り付けられている。29はXYテーブル20の位置制御を行うテーブル制御装置であり、位置制御演算を行いモータ21、23を駆動する。テーブル制御装置29は前記第2の被加工物補正部の前記第3の補正位置指令を入力し、前記位置制御演算を行う。30はレーザ光、31はレーザ発振器、32はレーザ発振器を制御する発振器制御部である。前記発振器制御部は前記レーザ発振指令部16から発振指令を入力し指令に応じてレーザ光30を照射するように働く。33はレーザ光30を反射するバンドミラー、34はX軸方向にレーザ光を走査するガルバノメータビームスキャナ（スキャナと略す）、35はX軸のミラー、36はY軸方向にレーザ光を走査するスキャナ、37はY軸のミラー、38はレーザ光を集光、光路補正を行うレンズ、39はスキャナ34、36の位置制御を行うスキャナ制御装置である。前記スキャナ制御装置38は前記レーザ光走査補正部14の第2の補正位置指令を入力し、レーザ光の走査、位置決め動作を行う。40はテレビカメラ、41はテレビカメラ40で計測した画像情報をパターンマッチング等の方法を用いて処理し、画像中に含まれる特徴形状の2次元座標値を出力する画像処理装置であり、ここでは被加工物25上の前記レーザ加工痕27や前記基準点28の2次元座標を出力する。前記画像処理装置41の出力は前記計測情報処理部16へ出力される。43はレーザ光30の稼働範囲であるレーザ走査領域である。レーザ光走査部2は、スキャナ34、36、ミラー35、37、レンズ38、バンドミラー33、スキャナ制御装置39の構成からなる。レーザ発振部3はレーザ発振器31および発振器制御部3

2の構成からなる。特徴位置計測部4はテレビカメラ18および画像処理装置19の構成からなる。また、被加工物位置制御部5はXYテーブル20、モータ21、23、エンコーダ22、24、XYテーブル面26、テーブル制御装置29の構成からなる。

【0015】次に本実施の形態1に係るレーザ加工装置のレーザ光走査補正部の動作について説明する。レーザ光走査部2は、スキャナ34、36の回転角を制御しXYテーブル面26上にレーザ光30を走査、位置決めするように働くが、通常、スキャナ、ミラー、レンズ等の光学要素の取り付け誤差や非線形特性のために光学的誤差が発生し（以下、レーザ光走査誤差と称す）、レーザ光30の照射位置誤差が発生する。このレーザ光走査誤差を補正するために、前記レーザ光走査補正部14は第2の補正位置指令を出力し、前記光学要素誤差を除去する。レーザ光走査補正部14の補正動作は、レーザ光走査部2に入力される位置指令Xsc、Yscと、前記位置指令でレーザ光30を照射したときの被加工物25上のレーザ加工痕27の位置Xw、Ywの対応関係から補正量を求める。前記Xsc、YscとXw、Ywの対応関係は、対応データ表や座標変換式で表現され、これらによって補正量を計算して行う。なお、前記加工痕27の位置は前記特徴位置計測部4で計測される。

【0016】次に、第1および第2の被加工物補正部13、18の補正動作について説明する。レーザ光走査部2が指令通りにレーザ光30を制御し、XYテーブル面26上に正確に照射されたとしても、被加工物25がXYテーブル面26の設置位置に正確に取り付けられていなければ加工誤差が発生する。そこで、第1の被加工物補正部13は、被加工物25の取り付け誤差を補正するため、レーザ光位置指令部12から入力した位置指令を前記被加工物25の取り付け誤差に応じて座標変換して補正する。前記座標変換するためには被加工物25にあらかじめ設置されている複数の基準点28の位置を特徴位置計測部4で計測する。前記基準点28の計測した位置をXm、Ymとし、被加工物25がXYテーブル面26に正確に取り付けられた場合の前記基準点28の位置をXb、Ybとすると、以下の座標変換式を用いてこれらの関係をあらわすことができる。

$$X_m = Pw1 \cdot X_b + Pw2 \cdot Y_b + Pw3 \quad (1)$$

$$Y_m = Pw4 \cdot X_b + Pw5 \cdot Y_b + Pw6 \quad (2)$$

ただし、Pw1、Pw2、Pw3、Pw4、Pw5、Pw6はパラメータである。前記パラメータは基準点28を被加工物25上に3点以上設け、特徴点位置計測部4によって計測することとで求められる。そこで、第1の被加工物補正部13の

座標変換は、式1、2を用いて以下の計算を行う。レーザ光位置指令部12から入力される位置指令をXsr、Ysr、出力をXsrl、Ysrlとすると、

$$X_{srl} = Pw1 \cdot X_{sr} + Pw2 \cdot Y_{sr} + Pw3 \quad (3)$$

$$Y_{srl} = Pw4 \cdot X_{sr} + Pw5 \cdot Y_{sr} + Pw6 \quad (4)$$

となる。

【0017】また、第2の被加工物補正部18は、同様に前記被加工物25の取り付け誤差を補正するため被加

工物位置指令部17から出力される位置指令を座標変換して第3の補正位置指令を作成する。第2の被加工物補正部18の補正計算式は、被加工物位置指令部17から

出力される位置指令を X_{tr} 、 Y_{tr} とし、座標変換した第3の補正位置指令を X_{trl} 、 Y_{trl} とすると以下の計算が

$$X_{trl} = Pw1 \cdot X_{tr} + Pw2 \cdot Y_{tr} + Pw3 \quad (5)$$

$$Y_{trl} = Pw4 \cdot X_{tr} + Pw5 \cdot Y_{tr} + Pw6 \quad (6)$$

前記の式3、4、5、6は被加工物25に取り付け誤差があった場合に、レーザ光走査部2か、被加工物位置制御部5かどちらか一方の動作で補正しようとするものであるが、第1および第2の被加工物補正部13、18を同時に作動させる場合もある。

【0018】以下に前記第1および第2の被加工物補正部13、18を同時に作動させる場合の補正について説明する。今、被加工物位置制御部5とレーザ光走査部2

$$X_{trl} = Pw1 \cdot X_{tr} + Pw2 \cdot Y_{tr} + Pw3 \quad (7)$$

$$Y_{trl} = Pw4 \cdot X_{tr} + Pw5 \cdot Y_{tr} + Pw6 \quad (8)$$

となるが、前記第2の被加工物補正部の座標変換式は式3、4、5、6より、

$$X_{srl} = Pw1 (X_{sr} - X_{tr}) + Pw2 (Y_{sr} - Y_{tr}) \quad (9)$$

$$Y_{srl} = Pw4 (X_{sr} - X_{tr}) + Pw5 (Y_{sr} - Y_{tr}) \quad (10)$$

となる。なお、式7、8、9、10のパラメータ $Pw1$ 、 $Pw2$ 、 $Pw3$ 、 $Pw4$ 、 $Pw5$ 、 $Pw6$ は図2の被加工物25上の基準点28を3点以上持っており、前記基準点28を前記特徴位置計測部4で位置計測することで求めることができる。なお、式1～10の座標変換式は、6個のパラメータ $Pw1$ 、 $Pw2$ 、 $Pw3$ 、 $Pw4$ 、 $Pw5$ 、 $Pw6$ を用いる方法であるが、被加工物の取り付け誤差が、オフセットと回転ずれの場合は $Pw4 = -Pw2$ 、 $Pw5 = Pw1$ となり、被加工物25の基準点は2点以上必要となる。

【0019】図1のシステム制御部10の動作を図3に従って説明する。図3は本発明の実施の形態1に係るシステム制御部の動作を示すフローチャートである。ステップS1では特徴位置計測部4の計測情報と被加工物位置制御部5の位置情報を入力して前記基準点28の位置を計算する。ステップS2では前記基準点28の位置計測値から第1の被加工物補正部13と、第2の被加工物補正部18の前記パラメータを計算する。ステップS3では、加工プログラムを読み出し、レーザ光走査部2の位置指令と被加工物位置制御部5の位置指令を求める。ステップS4では、前記位置指令を第1および第2の被加工物補正部13、18の補正演算を行い、前記第1の補正位置指令と第3の補正位置指令を計算する。ステップS5では、前記第1の補正位置指令をレーザ光走査補正部の補正演算を行い、前記第2の補正位置指令を計算する。ステップS6では、前記第2の補正位置指令をレーザ光走査部2に出力し、前記第3の補正位置指令は被加工物位置制御部5に出力される。ステップS7では、レーザ発振指令をレーザ発振器部にレーザ発振トリガ信号を出力し、被加工物25の指令位置を加工する。以上のように第1と第2の被加工物補正部13、18とレーザ光走査補正部14があるので、被加工物に取り付け誤差があっても良好なレーザ加工が実現できる。

【0020】実施の形態2。図4は本発明の実施の形態

行われる。

の特質を比較すると、被加工物位置制御部5はストロークが長く、レーザ光走査部2はストロークが短いが高速にレーザ光を制御できるという特徴がある。そこでストロークの長い被加工物位置制御部5にオフセット分も含んだ座標変換式を用いるとレーザ光走査部のオフセットは0になり、有利な加工ができる。前記第2の被加工物補正部の座標変換式は、式7、8で表させ、

2に係るシステム制御部のブロック図である。図において、1～18は実施の形態1を示す図1の構成と同じである。60は本レーザ加工装置を統括して制御するシステム制御部、61はプログラムを解釈し、プログラムに従って処理を行い指令値を出力するメイン制御部、62は特徴位置計測部4から得られる計測情報を補正する計測誤差補正部である。システム制御部60が図1のシステム制御部10と異なるのは、計測誤差補正部62を備える点とメイン制御部61の処理内容が図1メイン制御部11の処理内容と一部異なる点である。メイン制御部61が前記メイン制御部11と異なる点は計測誤差補正部62に入力する補正データを作成する処理を行っている点異なる。図5は本発明の実施の形態2に係るテレビカメラに取り付け誤差がある場合を示す図であり、詳しくは、特徴位置計測部4に用いられる図2のテレビカメラ40に取り付け誤差がある場合を示している。図において、70はテレビカメラ40が正確に取り付けられている場合の特徴位置計測部4の計測領域、71はテレビカメラ40に取り付け誤差がある場合の計測領域である。図6は本発明の実施の形態2に係るシステム制御部の計測誤差補正部の計測補正用パラメータを求める動作を示すフローチャートである。

【0021】次に、動作について説明する。図5のように、計測領域が70である場合が、テレビカメラ40が正確に取り付けられている場合とすると、テレビカメラ40に取り付け誤差があると計測領域が71となり、特徴位置計測部4は計測誤差を発生する。この計測誤差を補正するには、計測領域71から70への座標変換を行えばよい。たとえば、テレビカメラ40が正確に取り付けられている場合の特徴位置計測部4の出力が X_{vl} 、 Y_{vl} とし、テレビカメラ40に取り付け誤差がある場合の特徴位置計測部4の出力を X_v 、 Y_v とすると、例えば、以下のような座標変換式で関係づけられる。

$$Xv1 = Pv1 \cdot Xv + Pv1 \cdot Yv + Pv3 \quad (11)$$

$$Yv1 = Pv4 \cdot Xv + Pv5 \cdot Yv + Pv6 \quad (12)$$

ここで、Pv1、Pv2、Pv3、Pv4、Pv5、Pv6は計測補正用のパラメータである。計測誤差補正部では式11、12の計算が行われ、特徴位置計測部4の計測情報が補正される。前記計測誤差補正用パラメータは特徴位置計測部4を用いてXYテーブル座標上の既知の位置を3点以上計測させることで求められる。本実施の形態2では、前記既知の位置はXYテーブル上に設置されている被加工物25上に作成する校正用レーザ加工痕を用いる。

【0022】前記計測補正用パラメータを求める動作について、図6に従って説明する。S10では、レーザ光30がレーザ光走査領域42の中心位置に照射されるように図2のレーザ光走査部2のスキャナ12、14の位置決めを行い、被加工物25上にレーザ光30を照射し前記校正用加工痕を作成する。前記中心位置を用いるのは、レンズ38のレンズ歪みの影響がもっとも小さくレーザ加工痕の形状も点形状に最も近くなり特徴位置計測部4の計測精度が高くなるからである。S11では、被加工物位置制御部5を移動させ、前記校正用レーザ加工痕をテレビカメラ40の視野内に移動し、前記視野内で異なる3点の位置を特徴位置計測部4で計測する。S12では、特徴位置計測部4の前記視野内の3点の位置計測情報と、テレビカメラが正しく取り付けられていた場合の前記3点の位置情報から計測誤差補正部62で用いる計測誤差補正用パラメータを計算し、計測誤差補正部62の補正計算に用いる。上述のように、レーザ加工痕を用いて特徴位置計測部の取り付け誤差の校正を行うので、新たに校正用のマークを作成したりする手間が省け、高精度な計測が可能となり、ひいてはレーザ加工の高精度化が実現できる。

【0023】なお、レーザ光走査領域42の中心位置に複数個の校正用レーザ加工痕を作成するとさらに高速に計測誤差補正部62の前記計測補正用のパラメータが求められることはいうまでもない。

【0024】実施の形態3。図7は本発明の実施の形態3に係るレーザ光走査部のレーザ加工装置を説明するための図である。図において、1～18は実施の形態1を示す図1の構成と同じである。80は本レーザ加工装置を統括して制御するシステム制御部、81はプログラムを解釈し、プログラムに従って処理を行い指令値を出力するメイン制御部、82はレーザ光走査部2の移動距離と静止時間の関係が記述されているデータ表、83はレーザ光走査部2が静止したかどうかを判断するレーザ光走査静止判断部、84はレーザ光走査静止判断部83のタイマ、85はレーザ発振部3のレーザ光の発振が終了したかどうかを判断するレーザ発振終了判断部、86は前記レーザ発振終了判断部85のタイマである。システム制御部80は、図1のシステム制御部10と異なるところは、前記82～85の処理部と、図1のメイン制

御部11がメイン制御部81に変更されている点である。メイン制御部81は図1のメイン制御部の処理内容に加えて、レーザ光走査静止判断部83、レーザ発振終了判断部85の判断結果を用いて位置指令の出力、レーザ発振指令の出力を行う。図8は本発明の実施の形態3に係るレーザ光走査部の位置指令に対する時間応答の様子を示す図である。図8(a)は移動距離が短いD1の場合であり、このときの静止時間はTs1である。図8

(b)は移動距離が長いD2の場合であり、このときの静止時間はTs2である。図9は本発明の実施の形態3に係るデータを説明するための図であり、各移動距離に対する静止時間をあらかじめ測定しておく。なお、このデータはレーザ光走査部2の移動速度をスキャナ34、36の最高速度で移動した場合の静止時間で計測する。図10は本発明の実施の形態3に係るレーザ出力の時間応答を示す図であり、レーザ発振部3にレーザ発振指令が入力されたときを示している。なお、レーザ光発振時間はTbである。図11は本発明の実施の形態3に係るレーザ加工装置の動作を表すフローチャートである。

【0025】次に動作について説明する。プリント配線板等の穴あけ加工を行う場合、多数のランダムに並んだ穴位置にレーザ光走査部2を位置決めしてレーザ加工を行う。このようなレーザ加工ではレーザ光走査部2が静止している状態でレーザ加工を行わないとレーザ光が指令位置に照射される加工精度が劣化するという問題が生じる。また、レーザ発振部3がレーザ光を照射している状態で、レーザ光走査部2を移動させると、同様にレーザ加工精度が悪くなる。そこで、本実施の形態3のレーザ加工装置では高精度な加工を実現するために、図7のようにレーザ光走査静止判断部83とレーザ光発振終了判断部85を用いる構成をとる。図8のレーザ光走査部2の静止時間はレーザ光走査部2が指令位置に達する時間と目標位置に達してからの振動の整定時間の和となる。前記レーザ光走査静止判断部83は、指令位置の移動距離により前記静止時間を推定する。前記移動距離と静止時間の関係はあらかじめ計測して図9のごとくデータ表を持っているので前記推定はテーブルルックアップ方式で簡単に求められる。また、レーザ光走査静止判断部83はタイマ84をもっているため、前記レーザ走査部の静止したか否かを判断することができる。判断結果は、メイン処理部81に出力する。また、前記レーザ光発振終了判断部85は、発振図10のレーザ発振時間も通常レーザ加工条件で変化するので、加工条件（レーザピーク出力とレーザパルス幅等）ごとに前記レーザ発振時間も計測してデータ表として持つ。ただ、本実施の形態3ではレーザ発振部の加工条件を変化させないので前記レーザ発振時間はTb1つの値を持つ。

【0026】図11のフローチャートを用いて複数の穴

加工を行う場合の本レーザ加工装置の動作について説明する。ステップS1、ステップS2は実施の形態1の図3と同じ処理を行う。ステップS20は加工プログラムより被加工物位置制御部17の位置指令を読み込み、被加工物位置指令部17に格納する、ステップS21は第2の被加工物補正部18の補正計算を行う。ステップS22では第3の補正位置指令を被加工物位置制御部5に出力し、被加工物位置制御部の位置決め動作を行う。ス

$$D_x = |X_c - X_{cd}|$$

$$D_y = |Y_c - Y_{cd}|$$

求める移動距離Dcは、前記Dx、Dyの値の大きい方を選ぶ。

【0027】次に、前記Dcとデータ表82を用いて直線補間式によりレーザ光走査静止時間を求める。例え

$$T_s = D_c \cdot (T_{s2} - T_{s1}) / (D_2 - D_1) \quad (15)$$

ステップS25ではレーザ位置指令部17の位置指令から第1の被加工物補正部18の補正計算を行い、第1の補正位置指令を求める。また、前記第1の補正位置指令からレーザ光走査補正部14の補正計算を行い、第2の補正位置指令を求める。ステップS26では前記第2の補正位置指令をレーザ光走査部2に出力する。ここでレーザ光走査部2は第2の補正位置指令に従って位置制御が開始される。ステップS27では、前記レーザ光走査静止判断部83のタイマ84が起動され時間計測が開始される。ステップS28はレーザ光走査部2の静止判断を行う処理で、前記タイマ84の時間計測値が前記光走査静止時間Tsより小さければ前記レーザ光走査部は静止していないと判断しNへ、大きければ静止が完了したと判断しYへ分岐する。ステップS29ではレーザ発振指令部15からレーザ発振部3にレーザ発振指令であるトリガ信号を出力する。ステップ30では前記トリガ信号を入力してレーザ発振終了判断部85のタイマ86が起動され時間計測が開始する。ステップS31では、レーザ発振部3の発振終了判断を行う処理で、前記タイマ86の時間計測値が前記レーザ光発振時間Tbより小さければ前記レーザ発振は終了してしていないと判断しNへ、大きければ前記レーザ発振は終了したと判断しYへ分岐する。S32では加工終了か否かを判断する。加工終了でない場合はYに分岐しステップS22の処理に戻り、次の穴加工を行う。加工終了なら、処理を終わる。上述のように動作するのでレーザ光走査部2が確実に静止している状態でレーザ光が発振されるので、加工誤差の少ないレーザ加工が実現できる。また、レーザ発振部のレーザ発振が確実に停止してから、レーザ光走査部が移動するので加工誤差の少ないレーザ加工が実現できる。

【0028】

【発明の効果】本発明は、以上説明したように構成されているので、以下に示すような効果を奏する。

【0029】被加工物の位置誤差を補正する第1の被加

工部補正部と、レーザ光走査補正部を備えているので、被加工物の取り付け誤差が大きい場合でも、高精度なレーザ加工ができる。

$$(13)$$

$$(14)$$

ば、前記Dcが図9のデータ表で、 $D_1 < D_c < D_2$ の範囲ならば、求めるレーザ光走査静止時間Tsは下式で求められる。

工物補正部と、レーザ光走査補正部を備えているので、被加工物の取り付け誤差が大きい場合でも、高精度なレーザ加工ができる。

【0030】また、被加工物の位置誤差を補正する第2の被加工物補正部を備えているので、被加工物の取り付け誤差が大きい場合でも、高精度なレーザ加工ができる。

【0031】また、第1の被加工物補正部は特徴位置計測部で被加工物の特徴位置を計測した結果を用いて補正を行うので、被加工物の取り付け誤差が大きい場合でも、高精度なレーザ加工ができる。

【0032】また、第2の被加工物補正部は特徴位置計測部で被加工物の特徴位置を計測した結果を用いて補正を行うので、被加工物の取り付け誤差が大きい場合でも、高精度なレーザ加工ができる。

【0033】また、特徴位置計測部に取り付け誤差があってもレーザ加工痕の位置情報を用いて計測情報の誤差を補正する計測誤差補正部を備えているので、被加工物の取り付け誤差が大きい場合でも高精度なレーザ加工ができる。

【0034】また、特徴位置計測部に取り付け誤差があっても、レーザ光走査部の走査領域の中心点付近で位置決めをして作成したレーザ加工痕の位置情報を用いて計測情報の誤差を補正する計測誤差補正部を備えているので、被加工物の取り付け誤差が大きい場合でも高精度なレーザ加工ができる。

【0035】また、レーザ光走査静止判断部の出力に基づいてレーザ発振指令を出力するので、レーザ光走査部が移動中にレーザ加工されることがなく、高精度なレーザ加工ができる。

【0036】また、レーザ光走査部の移動距離情報と、レーザ光走査部の移動距離と静止時間との関係を示したデータと、タイマを用いてレーザ光走査部の静止判断を行った結果を用いてレーザ発振指令を出力するので、レーザ光走査部が移動中にレーザ加工されることがなく高

精度なレーザ加工ができる。

【0037】また、レーザ発振部がレーザ光を照射し終わったことを判断するレーザ光発振終了判断部を備え、この出力に基づいてレーザ走査部の位置指令を出力するので、レーザ発振中にレーザ光走査が移動することがなく、高精度なレーザ加工ができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態1に係るレーザ加工装置を示すブロック図である。

【図2】 本発明の実施の形態1に係るレーザ機械制御部を示す図である。

【図3】 本発明の実施の形態1に係るシステム制御部の動作を示すフローチャートである。

【図4】 本発明の実施の形態2に係るシステム制御部のブロック図である。

【図5】 本発明の実施の形態2に係るテレビカメラに取付け誤差がある場合を示す図である。

【図6】 本発明の実施の形態2に係るシステム制御部の計測誤差補正部の計測補正用パラメータを求める動作を示すフローチャートである。

【図7】 本発明の実施の形態3に係るレーザ光走査部のレーザ加工装置を説明するための図である。

【図8】 本発明の実施の形態3に係るレーザ光走査部の位置指令に対する時間応答の様子を示す図である。

【図9】 本発明の実施の形態3に係るデータを説明するための図である。

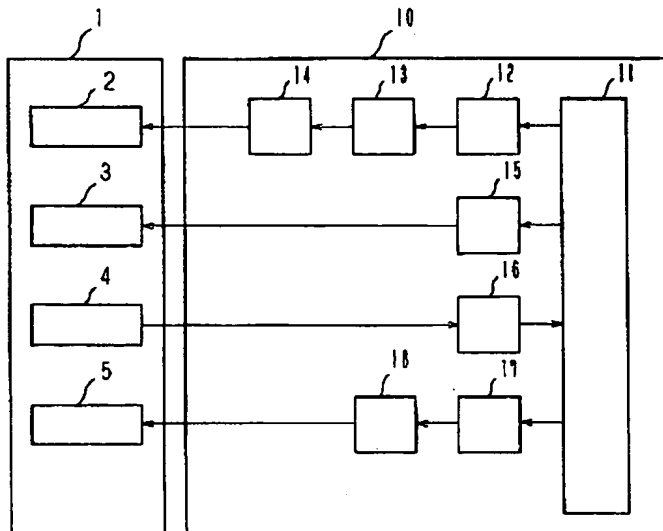
【図10】 本発明の実施の形態3に係るレーザ出力の時間応答を示す図である。

【図11】 本発明の実施の形態3に係るレーザ加工装置の動作を表すフローチャートである。

【符号の説明】

2 レーザ光走査部、3 レーザ発振部、4 特徴位置計測部、5 被加工物位置制御部、12 レーザ光位置指令部、13 第1の被加工物補正部、14 レーザ光走査補正部、17 被加工物位置指令部、18 第2の被加工物補正部、27 レーザ加工痕、62 計測誤差補正部、83 レーザ光走査静止判断部、82 テータ表、84 タイマ、85 レーザ光発振終了判断部、86 タイマ。

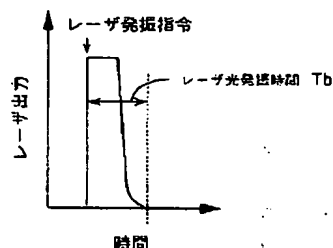
【図1】



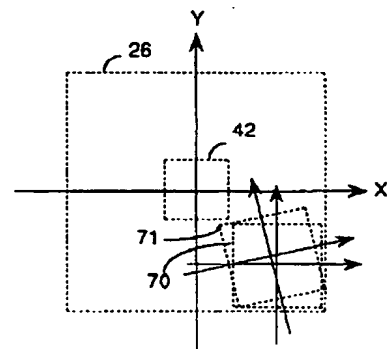
【図9】

移動距離	静止時間
D1	Ts1
D2	Ts2
D3	T3
⋮	⋮
Dn	Tn

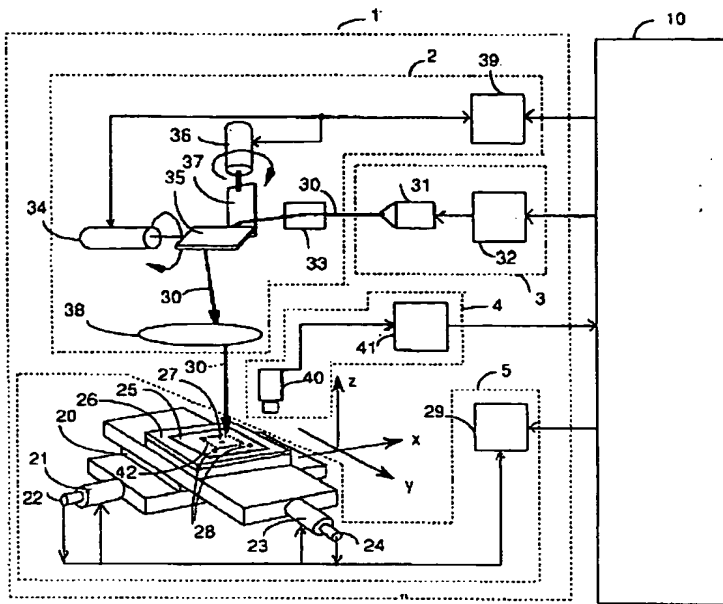
【図10】



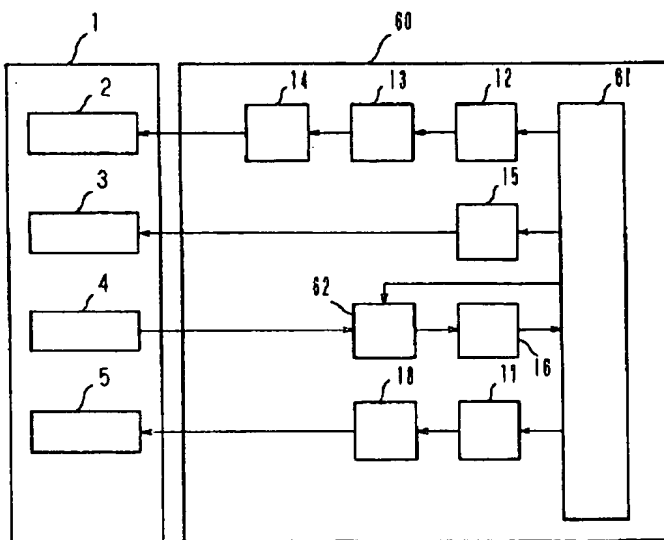
【図5】



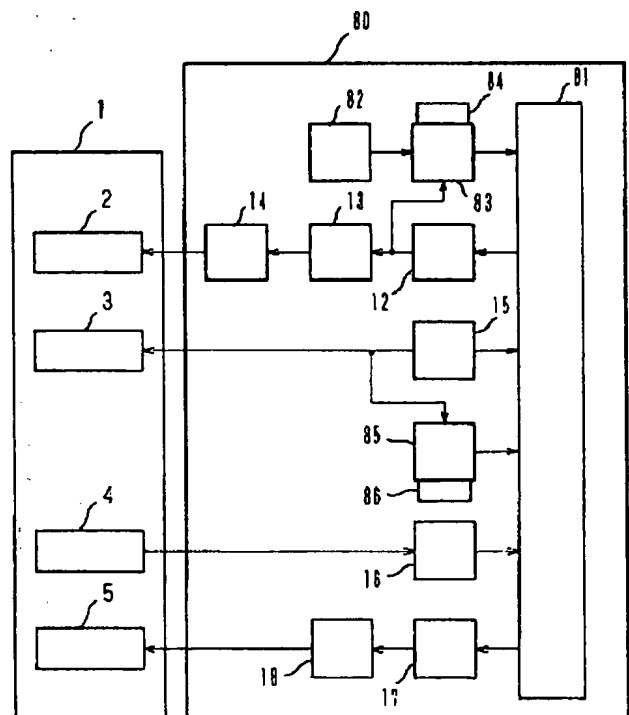
【図2】



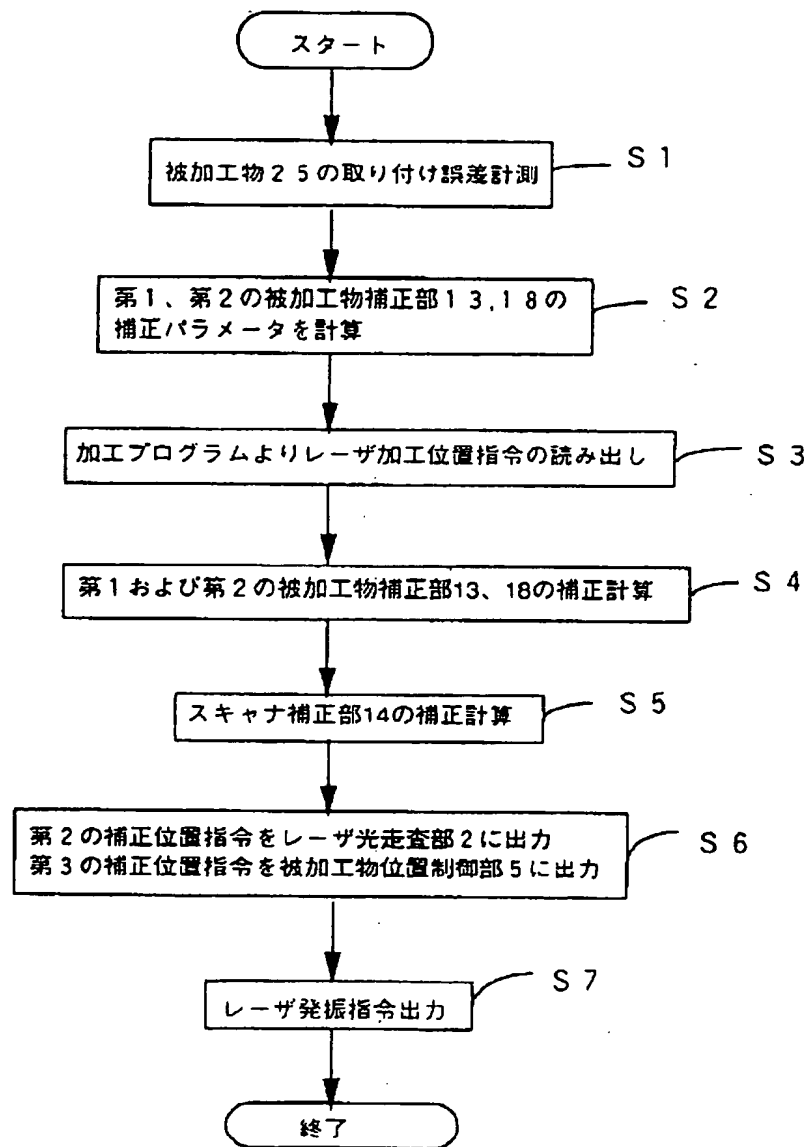
【図4】



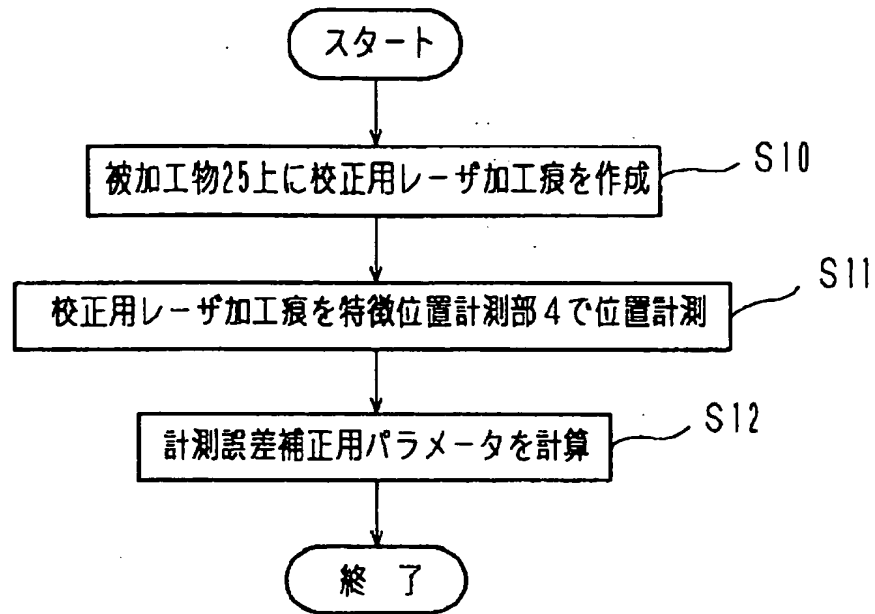
【図7】



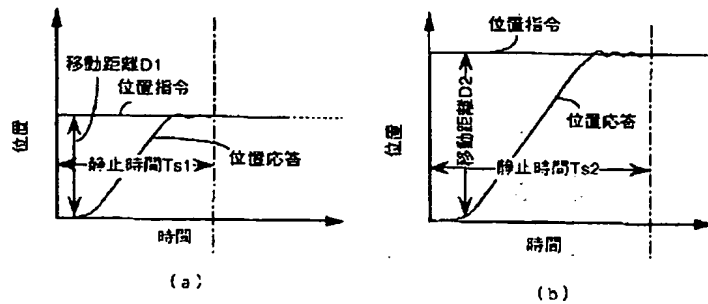
【図3】



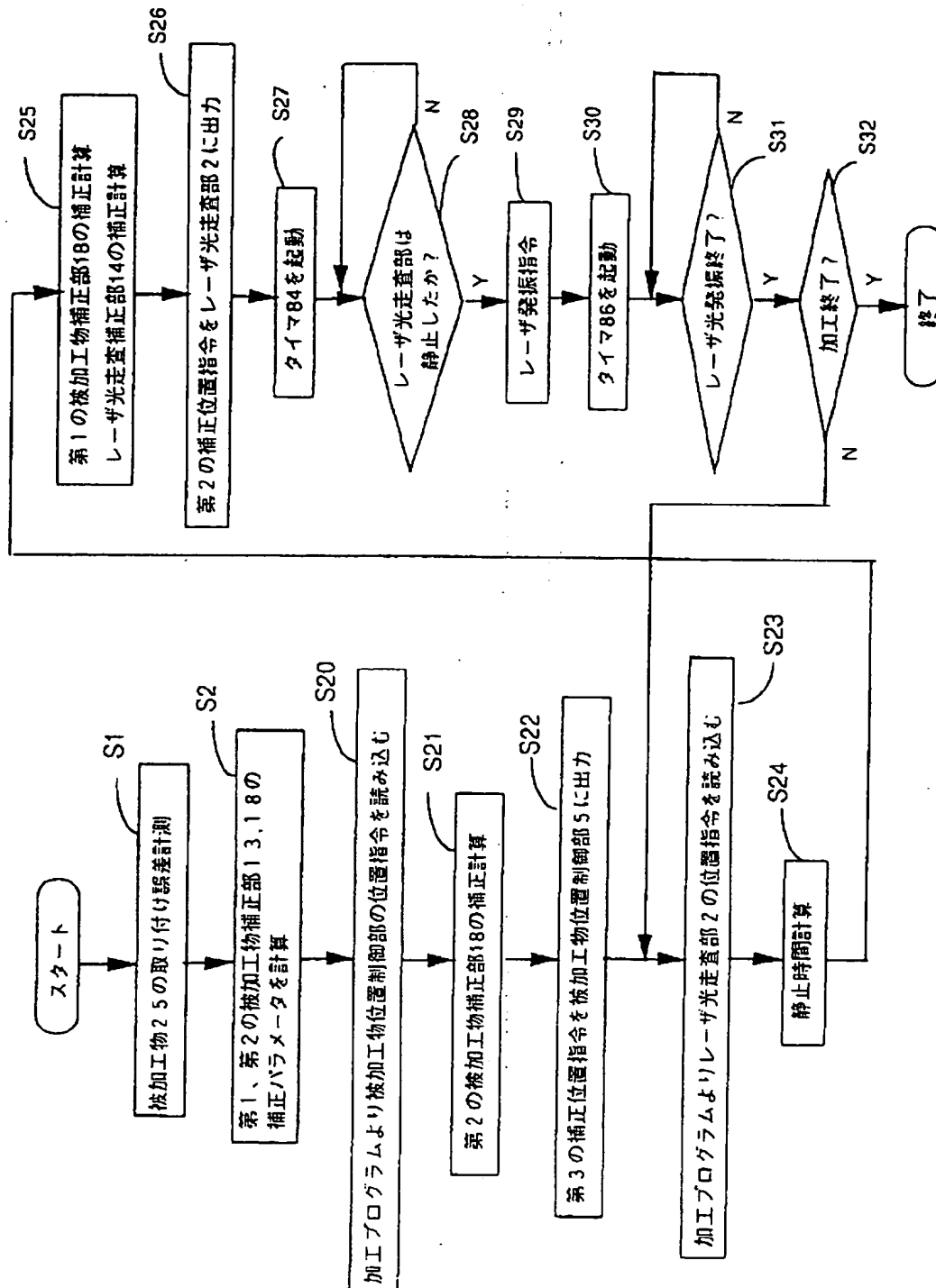
【図6】



【図8】



【図11】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.